



TITLE:

# ナノスケール分子磁性体における メゾスコピック量子トンネル現象 の研究

AUTHOR(S):

前川, 覚

---

CITATION:

前川, 覚. ナノスケール分子磁性体におけるメゾスコピック量子トンネル現象の研究. 2006

ISSUE DATE:

2006-04

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/84866>

RIGHT:

p.17-248は学術雑誌掲載論文の抜き刷り、出版社に著作権許諾が得られていないため未掲載。

---

ナノスケール分子磁性体における  
メゾスコピック量子トンネル現象の研究

---

課題番号：15310073

平成 15 年度～平成 17 年度科学研究費補助金  
(基盤研究 (B)) 研究成果報告書

平成 18 年 5 月



著 者 前 川 覚

京都大学 大学院人間・環境学研究科 教授

---

ナノスケール分子磁性体における  
メゾスコピック量子トンネル現象の研究

---

課題番号：15310073

平成 15 年度～平成 17 年度科学研究費補助金

(基盤研究 (B)) 研究成果報告書

平成 18 年 5 月

研究代表者 前 川 覚

京都大学 大学院人間・環境学研究科 教授

## <はしがき>

本冊子は平成 15 年度～平成 17 年度科学研究費補助金（基盤研究（B））「ナノスケール分子磁性体におけるメゾスコピック量子トンネル現象の研究」（課題番号：15310073）によって得られた研究成果をまとめたものである。本研究においてはナノスケール分子磁性体 Fe8、Fe10、Fe12、Mn6R6 を対象物質として実験を行うと共に、関連するフラストレート磁性体 Cu-titmb、ジャロサイト、また 4f 電子系磁性体 CePdAl、YbSb、YbAs、YbN、UNi<sub>4</sub>B についても並行して NMR 実験を行った。

我々は合成スピン  $S = 10$  のナノスケール分子磁性体 Fe8 において核磁気共鳴法を用いて初めてミクロな観点から、メゾスコピック量子トンネル現象を観測した。この Fe8 について 300K～50mK の温度域、8T までの磁場域で NMR スペクトルと核スピン緩和率の測定を行い、スピンドイナミックスと量子トンネル現象の詳細についてミクロな観点から研究を行った。さらに、反強磁性リング分子磁性体 Fe10 や Fe12、またフェリリング分子磁性体 Mn6R6 を対象に、SQUID による磁化測定と NMR 実験を行った。試料は Fe12 を除き、すべて当研究室で合成を行った。Fe8 については大型良質単結晶試料の合成に成功し、NMR 測定と共に、スイスの PSI 研究所でイスラエルの A. Keren 教授と MuSR の共同実験を行い、量子トンネルに起因する興味深い成果を得た。

反強磁性リング分子磁性体 Fe10 の合成スピンは  $S=0$  であるが、理論的に量子トンネル現象の実現が予想されている。この Fe10 について詳細な実験と理論的解析を行い、低エネルギー状態とスピンドイナミックスを明らかにした。共鳴量子トンネルの観測のためには単結晶試料が必要であるが、単結晶試料の合成は成功しなかった。

またフェリリング分子磁性体 Mn6R6 はリング磁性体、フェリ磁性体、大きな合成スピンを持つ単分子磁性体として興味深い対象である。この物質についても精力的に試料合成と NMR 実験を行い、反強磁性リング分子磁性体とは異なる緩和機構を持つことを明らかにした。このような分子磁性体は小数個のスピンから構成されているとはいうものの数百万個以上のエネルギー準位が存在し、理論的にもその緩和機構は明らかになっていない。単純な系であるため量子トンネル現象の解明のためにもふさわしいモデル物質と考えられるが、単結晶試料の合成を含め、さらに実験的、理論的研究が必要である。

これらの研究成果は、Physical Review や Journal of the Physical Society of Japan 等の主要学術雑誌に発表し、また多くの国際会議、国際シンポジウムや学会、研究会で、招待講演を含め発表を行ってきた。

この研究においては、あとに示すように海外を含む多くの研究者や大学院生、学生の協力を得て実施することが出来た。この場を借りてこれらの研究協力者の方々に厚くお礼申し上げます。また、当科学研究費補助金を交付していただいた日本学術振興会、文部科学省にお礼申し上げます。

平成 18 年 5 月

研究代表者

前川 寛



## 研 究 組 織

研究代表者： 前川 覚  
(京都大学大学院人間・環境学研究科 教授)  
研究分担者： 宮下精二  
(東京大学大学院理学系研究科 教授)  
研究分担者： 小山田明  
(京都大学大学院人間・環境学研究科 助手)

## 主な研究協力者

Amit Keren、 Zaher Salman、 Oren Shafir  
(TECHNION, Israel Institute of Technology, ISRAEL)

Alex Amato、 Chris Baines  
(Paul Scherrer Institute, Switzerland)

Bernard Barbara  
(CNRS, Laboratoire de Magnetisme Louis Neel, France)

上田未紀、伊藤哲明、西山昌秀、佐々木義則、山崎朋秋、川原慎一、  
今成文郎、吉岡賢二、鍛冶亮佑、舟橋修一、加納聖士、嵯峨根多美、  
内田裕之、小沼圭介、富田仁、福岡幸太郎  
(京都大学大学院人間・環境学研究科 前川研究室)

山口良平、藤田健一、雨澤浩史  
(京都大学大学院人間・環境学研究科)

北川進  
(京都大学大学院工学研究科)

湯川靖彦、五十嵐智志  
(新潟大学理学部)

太平聖子  
(理化学研究所)

太田仁、大久保晋、張衛民  
(神戸大)

交付決定額（配分額）

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成 15 年度	5,500,000	0	5,500,000
平成 16 年度	4,400,000	0	4,400,000
平成 17 年度	2,300,000	0	2,300,000
総 計	12,200,000	0	12,200,000

# 研 究 発 表

## (1) 学 会 誌 等

### Fe8

○ Z. Salman, A Keren, S. Maegawa, M. Ueda, O. Shafir, B. Barbara, and C. Baines  
Probing magnetic quantum tunneling in Fe8 with muons  
Physica B, **326**, 480, 2003.

○ Satoru Maegawa, and Miki Ueda  
Quantum tunneling of magnetization in molecular nanomagnet Fe8 studied by NMR  
Physica B **329**, 1144, 2003.

○ Tomoaki Yamasaki, Miki Ueda, and Satoru Maegawa  
A hysteresis phenomenon in NMR spectra of molecular nanomagnets Fe8: a resonant quantum tunneling system  
Physica B, **329**, 1187, 2003.

○ O. Shafir, A. Keren, S. Maegawa, M. Ueda, A. Amato, and C. Baines  
Pure Magnetic Quantum Tunneling  
LMU Reports 2003, published by Paul Scherrer Institut

○ Oren Shafir, Amit Keren, Satoru Maegawa, Miki Ueda, Alex Amato, and Chris Baines  
Demonstrating multibit magnetic memory in the Fe8 high-spin molecule by muon spin rotation  
Physical Review B **72**, No. 9, 092410, 2005.

### Fe10

○ Satoru MAEGAWA and Yoshinori SASAKI  
Spin Dynamics in Molecular Antiferromagnetic Ring Fe10  
Journal of the Physical Society of Japan, Vol. **75**, No. 3, 034710, 2006.

### Cu-titmb

○ S. Kawahara, M. Ueda, S. Maegawa, K. Fujita and R. Yamaguchi  
Magnetization and NMR studies of S=1/2 Antiferromagnet on the Kagome Lattice  
Journal of Magnetism and Magnetic Materials, **272**, e999, 2004.

○ 前川 覚  
スピン 1/2 かごめ格子反強磁性体の基底状態と低エネルギー励起  
物性研だより 第 43 巻 第 4 号、41、2004.

○ Satoru Maegawa, Kenji Yoshioka, Shin-ichi Kawahara, Akira Oyamada, Ken-ichi Fujita, and Ryohei Yamaguchi  
NMR Study of the  $s=1/2$  Quantum Kagome Lattice Antiferromagnet  
 $[\text{Cu}_3(\text{titmb})_2(\text{CH}_3\text{CO}_2)_6]\cdot\text{H}_2\text{O}$   
Progress of Theoretical Physics, **S159**, 48, 2005.

### ジャロサイト

○ Masahide Nishiyama, Satoru Maegawa, and Mikio Takano  
Hierarchical ordering in kagome lattice antiferromagnets, jarosites  
Physica B, **329**, 1065, 2003.

○ Masahide NISHIYAMA, Satoru MAEGAWA, Toshiya INAMI, and Yoshio OKA  
Magnetic ordering and spin dynamics in potassium jarosite: A Heisenberg kagome lattice antiferromagnet  
Physical Review B **67**, 224435, 2003.

○ Tamaki Morimoto, Masahide Nishiyama, Satoru Maegawa, and Yoshio Oka  
Magnetization of New Kagome Lattice Antiferromagnets: Cr-Jarosites,  
 $\text{ACr}_3(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2$  [ $A = \text{Na}, \text{K}, \text{Rb}, \text{NH}_4$ ]  
Journal of the Physical Society of Japan, **72**, No.8, 2085, 2003.

### 4f 電子系

○ Akira Oyamada, Masahide Nishiyama, Kazuo Kamioka, Satoru Maegawa, Takao Goto, and Hideaki Katazawa  
Temperature-dependent hyperfine interactions in CePdAl  
Physica B, **329**, 578, 2003.

○ Oyamada, S. Maegawa, T. Goto, K. Hashi, and H. Kitazawa  
Magnetization and spin-echo spectra of a mixing-type quadrupolar ordering in YbSb  
Journal of Physics - Condensed Matter, **15**, Issue 28, S2123, 2003.

○ M. Nishiyama, A. Oyamada, S. Maegawa, T. Goto, and H. Kitazawa  
Successive phase transitions in a Kagome-like heavy-fermion compound, CePdAl  
Journal of Physics - Condensed Matter, **15**, Issue 28, S2267, 2003.

○ Akira Oyamada, Satoru Maegawa, Takao Goto, Kenjiro Hashi, and Hideaki Kitazawa  
Quadrupole Ordering in YbSb Studied by  $^{121}\text{Sb}$  and  $^{123}\text{Sb}$  NMR  
Journal of the Physical Society of Japan, **73**, No.7, 1953, 2004.



## (2) 口 頭 発 表

### (2-1) 国 際 会 議

#### Fe8

○ O. Shafir, A. Keren, S. Megeawa, M. Ueda, A. Amato, and C. Baines  
Multi-Bit Magnetic Memory Using Fe8 High Spin Molecule  
International Conference of Magnetism, ICM 2003,  
Roma, Italy 2003.7.28.

○ S. Maegawa, Y. Sasaki, M. Ueda, and T. Yamasaki  
Spin dynamics in molecular magnets with zero spin and large spin ground states  
Fe10 and Fe8  
THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON MAGNETIC AND SUPERCONDUCTING MATERIALS MSM'03  
MONASTIR, Tunisia. 2003.9.1. 招待講演

○ M. Ueda, T. Yamasaki, and S. Maegawa  
Magnetic resonance of Fe8 at low temperatures in the transverse field  
International workshop on "Physics on Nanoscale Magnets"  
Kyoto 2003.12.4

○ Satoru Maegawa  
Spin dynamics in molecular magnets studied by NMR  
International workshop on "Physics on Nanoscale Magnets"  
Kyoto 2003.12.4 招待講演

○ S. Maegawa  
Quantum spin dynamics in molecular magnets and frustrated magnets  
International Workshop on "Molecular and Nano-particle Magnetism"  
Kyoto 2005.6.18

#### Fe10

○ S. Maegawa, and Y. Sasaki  
Crossover from Classical to Quantum Spin Dynamics in the Molecular  
Antiferromagnetic Ring Fe10  
International Conference on Molecular-based Magnets (ICMM04)  
Tsukuba 2004.10.5

#### Cu-titmb

○ S. Kawahara, M. Ueda, S. Maegawa, K. Fujita and R. Yamaguchi  
Magnetization and NMR studies of S=1/2 Antiferromagnet on the Kagome Lattice  
International Conference of Magnetism, ICM 2003

Roma, Italy, 2003.7.29

○ Satoru Maegawa

S=1/2 quantum antiferromagnet on the kagome lattice

French-Japanese bilateral seminar on Frustrated Magnetism and Slow Dynamics

Kyoto 04.1.7. 招待講演

○ S. Maegawa, K. Yoshioka, T. Yamasaki, S. Kawahara, A. Oyamada, K. Fujita, and R. Yamaguchi

NMR Study of the s=1/2 Quantum Kagome Lattice Antiferromagnet  
[Cu<sub>3</sub>(titmb)<sub>2</sub>(CH<sub>3</sub>CO<sub>2</sub>)<sub>6</sub>]·H<sub>2</sub>O

International Symposium on Quantum Spin Systems (QSS04)

Hayama 2004.12.2

## (2-2) 国内学会

### Fe8

○ 山崎朋秋, 上田未紀, 前川覚  
ナノスケール分子磁性体 Fe8 の超低温・横磁場下の磁気共鳴  
日本物理学会 2003 年秋季大会 岡山大学  
2003 年 9 月 21 日 (日)  
講演概要集 第 58 巻 第 2 号 第 3 分冊 p372

○ 山崎朋秋, 小山田明, 前川覚  
ナノスケール分子磁性体 Fe8 の超低温・横磁場下の NMR  
日本物理学会 2004 年秋季大会 青森大学  
2004 年 9 月 12 日 (日)  
講演概要集 第 59 巻 第 2 号 第 3 分冊 p367

○ 山崎朋秋, 小山田明, 前川覚  
ナノスケール分子磁性体 Fe8 の NMR  
日本物理学会 第 60 回年次大会 東京理科大  
2005 年 3 月 24 日 (木)  
講演概要集 第 60 巻 第 1 号 第 3 分冊 p442

### Fe10、Fe12

○ 伊藤哲明, 嵯峨根多美, 加納聖士, 小山田明, 前川覚, 五十嵐智志 A, 湯川靖彦 A  
反強磁性スピニング分子磁性体 Fe12 の NMR  
日本物理学会 2006 年第 61 回年次大会 松山大学  
2006 年 3 月 27 日 (月)  
講演概要集 第 61 巻 第 1 号 第 3 分冊 p423

○ 前川 覚, 伊藤哲明, 小山田明, 舟橋修一, 藤田健一, 雨澤浩史, 山口良平  
ナノスケール反強磁性リング Fe10 とフェリリング Mn6R6 分子磁性体の磁性  
ナノ学会第 4 回大会 京都大学 2006. 5. 20 (土)  
講演予稿集 p212

○ 嵯峨根多美<sup>1)</sup>, 伊藤哲明<sup>1)</sup>, 加納聖士<sup>1)</sup>, 小山田明<sup>1)</sup>, 前川覚<sup>1)</sup>, 五十嵐智志<sup>2)</sup>,  
湯川靖彦<sup>2)</sup>  
ナノスケール反強磁性リング Fe12 のスピンドイナミックス  
ナノ学会第 4 回大会 京都大学 2006. 5. 19 (土)  
講演予稿集 p102

### Cu-titmb

○ 川原慎一, 上田未紀, 前川覚, 藤田健一 A, 山口良平

S=1/2 かごめ格子反強磁性体  $[\text{Cu}_3(\text{titmb})_2(\text{CH}_3\text{CO}_2)_6] \cdot (\text{H}_2\text{O})$  の NMR  
日本物理学会 2003 年秋季大会 岡山大学 2003 年 9 月 20 日 (土)  
講演概要集 第 58 巻 第 2 号 第 3 分冊 p339

○ 川原慎一, ○吉岡賢二, 上田未紀, 前川覚, 藤田健一 A, 山口良平  
S=1/2 量子かごめ格子反強磁性体 Cu-titmb の NMR  
日本物理学会 第 59 回年次大会 九州大学 2004 年 3 月 27 日 (土)  
講演概要集 第 59 巻 第 1 号 第 3 分冊 p469

○ 吉岡賢二, 小山田明, 前川覚, 藤田健一, 山口良平  
S=1/2 量子かごめ格子反強磁性体 Cu-titmb の核磁気緩和  
日本物理学会 2004 年秋季大会 青森大学 2004 年 9 月 14 日 (火)  
講演概要集 第 59 巻 第 2 号 第 3 分冊 p397

○ 吉岡賢二, 鍛冶亮祐, 小山田明, 前川覚, 藤田健一, 山口良平  
S=1/2 かごめ格子磁性体 Cu-titmb の NMR と低エネルギー励起  
日本物理学会 第 60 回年次大会 東京理科大 2005 年 3 月 24 日 (木)  
講演概要集 第 60 巻 第 1 号 第 3 分冊 p451

○ 鍛冶亮祐, 吉岡賢二, 伊藤哲明, 小山田明, 前川覚, 藤田健一, 山口良平  
量子かごめ格子磁性体 Cu-titmb の磁気励起  
日本物理学会 2005 年秋期大会 同志社大学 2005 年 9 月 21 日 (水)  
講演概要集 第 60 巻 第 2 号 第 3 分冊 p314

○ 鍛冶亮祐, 伊藤哲明, 小山田明, 前川覚, 藤田健一, 山口良平  
量子スピンかごめ格子磁性体 Cu-titmb の核磁気緩和  
日本物理学会 2006 年第 61 回年次大会 松山大学 2006 年 3 月 27 日 (月)  
講演概要集 第 61 巻 第 1 号 第 3 分冊 p462

○ 前川覚  
かごめ格子磁性体のフラストレート磁性とスピンドYNAMIX  
日本物理学会 2006 年第 61 回年次大会 松山大学 2006 年 3 月 29 日 (水)  
シンポジウム 招待講演  
講演概要集 第 61 巻 第 1 号 第 3 分冊 p485

○ 大平聖子, 前川覚 A, 鍛冶亮祐 A, 伊藤哲明 A  
量子スピンカゴメ格子磁性体 Cu-titmb の  $\mu$  SR 測定  
日本物理学会 2006 年第 61 回年次大会 松山大学 2006 年 3 月 30 日 (木)  
講演概要集 第 61 巻 第 1 号 第 3 分冊 p495

○ 張衛民 A, 大久保晋 B, 太田仁 B, 吉岡賢二 C, 川原慎一 C, 小山田明 C, 前川覚 C  
Cu-titmb” のサブミリ波 ESR  
日本物理学会 2006 年第 61 回年次大会 松山大学 2006 年 3 月 30 日 (木)  
講演概要集 第 61 巻 第 1 号 第 3 分冊 p495

## Mn6R6

- 今成文郎, 上田未紀, 前川覚, 藤田健一, 雨澤浩史, 山口良平  
フェリリング分子磁性体 Mn6R6 の磁化と NMR  
日本物理学会 第 59 回年次大会 九州大学 2004 年 3 月 29 日 (月)  
講演概要集 第 59 巻 第 1 号 第 3 分冊 p498
- 舟橋修一, 今成文郎, 小山田明, 前川覚, 藤田健一, 雨澤浩史, 山口良平  
フェリリング分子磁性体 Mn6R6 の NMR  
日本物理学会 第 60 回年次大会 東京理科大 2005 年 3 月 25 日 (金)  
講演概要集 第 60 巻 第 1 号 第 3 分冊 p460
- 舟橋修一, 伊藤哲明, 小山田明, 前川覚, 藤田健一, 雨澤浩史, 山口良平  
フェリリング分子磁性体 Mn6R6 のスピンドYNAMIX  
日本物理学会 2005 年秋期大会 同志社大学 2005 年 9 月 21 日 (水)  
講演概要集 第 60 巻 第 2 号 第 3 分冊 p333
- 舟橋修一, 伊藤哲明, 小山田明, 前川覚, 藤田健一, 雨澤浩史, 山口良平  
フェリリング分子磁性体 Mn6R6 の核磁気緩和  
日本物理学会 2006 年第 61 回年次大会 松山大学 2006 年 3 月 27 日 (月)  
講演概要集 第 61 巻 第 1 号 第 3 分冊 p423
- 前川 覚, 伊藤哲明, 小山田明, 舟橋修一, 藤田健一, 雨澤浩史, 山口良平  
ナノスケール反強磁性リング Fe10 とフェリリング Mn6R6 分子磁性体の磁性  
ナノ学会第 4 回大会 京都大学 2006. 5. 20 (土)  
講演予稿集 p212

## 4f 電子系

- 小山田明, 前川覚, 後藤喬雄, 西山昌秀, 北澤英明, 石川義和  
CePdAl の磁気構造 II  
日本物理学会 2003 年秋季大会 岡山大学 2003 年 9 月 23 日 (火)  
講演概要集 第 58 巻 第 2 号 第 3 分冊 p564
- 小山田明, 内田裕之, 前川覚, 端健二郎 A, 北澤英明 A  
YbAs における四重極秩序  
日本物理学会 第 59 回年次大会 九州大学  
2004 年 3 月 30 日 (火)  
講演概要集 第 59 巻 第 1 号 第 3 分冊 p652
- 小山田明, 前川覚, 端健二郎 A, 北澤英明 A, 李徳新 B  
YbN における 4 重極秩序  
日本物理学会 2004 年秋季大会 青森大学 2004 年 9 月 12 日 (日)  
講演概要集 第 59 巻 第 2 号 第 3 分冊 p422

○ 小山田明, 前川覚, 西山昌秀 A, 北澤英明 B, 石川義和 C

CePdAl におけるスピン揺らぎの磁場変化

日本物理学会 2004 年秋季大会 青森大学 2004 年 9 月 12 日 (日)

講演概要集 第 59 巻 第 2 号 第 3 分冊 p571

○ 小山田明, 前川覚, 二森茂樹<sup>A</sup>

YbAs の磁化過程

日本物理学会 2005 年秋期大会 同志社大学 2005 年 9 月 21 日 (水)

講演概要集 第 60 巻 第 2 号 第 3 分冊 p475

○ 小山田明, 伊藤哲明, 前川覚, 端健二郎 A, 北澤英明 A

YbSb における混成型四極子秩序状態の NMR

日本物理学会 2006 年第 61 回年次大会 松山大学 2006 年 3 月 28 日 (火)

講演概要集 第 61 巻 第 1 号 第 3 分冊 p593

○ 福岡幸太郎, 伊藤哲明, ○小山田明, 前川覚, 李徳新 A

ヘビーフェルミオン三角格子磁性体 UNi<sub>4</sub>B の NMR

日本物理学会 2006 年第 61 回年次大会 松山大学 2006 年 3 月 30 日 (木)

講演概要集 第 61 巻 第 1 号 第 3 分冊 p496

## その他物質

○ 小山田明, 小沼圭介, 富田仁, 前川覚, 加藤礼三 A

s=1/2 三角格子反強磁性体,  $\beta'$ -Me<sub>4</sub>P [Pd(dmit)<sub>2</sub>]<sub>2</sub> 及び  $\beta'$ -Et<sub>2</sub>Me<sub>2</sub>Sb [Pd(dmit)<sub>2</sub>]<sub>2</sub> の <sup>1</sup>H 核磁気共鳴

日本物理学会 第 60 回年次大会 東京理科大 2005 年 3 月 26 日 (土)

講演概要集 第 60 巻 第 1 号 第 3 分冊 p466



## (2-3) 研 究 会

### Fe10

- 前川 覚、嵯峨根多美、伊藤哲明、小山田明  
反強磁性リング分子磁性体 Fe10、Fe12 のスピンドイナミクス  
低温物質科学研究センター 研究交流会 2006 年 3 月 1 日 (水)

### Cu-titmb

- 前川覚  
スピン 1/2 かがめ格子反強磁性体の基底状態と低エネルギー励起  
物性研短期研究会「フラストレーションが創る新しい物性」  
物性研大講義室 2003 年 12 月 1 日 (月) 招待講演
- 鍛冶亮介、吉岡賢二、小山田明、前川覚  
スピン 1/2 量子かがめ磁性体 Cu-titmb の NMR  
低温物質科学研究センター研究発表会「京都大学における低温物質科学研究」  
京都大学 2005 年 3 月 4 日 (金)
- 加納聖士、鍛冶亮佑、伊藤哲明、小山田明、前川覚、藤田健一、山口良平  
s=1/2 量子スピンかがめ格子磁性体の低エネルギー励起  
低温物質科学研究センター 研究交流会  
京都大学 2006 年 3 月 1 日 (水)

### Mn6R6

- 舟橋修一、伊藤哲明、小山田明、前川覚、藤田健一、雨澤浩史、山口良平  
フェリリング分子磁性体 Mn6R6 のスピンドイナミクス  
低温物質科学研究センター 研究交流会  
京都大学 2006 年 3 月 1 日 (水)

### 4f 電子系

- 福岡幸太郎 伊藤哲明、小山田明、前川覚、李徳新  
ヘビーフェルミオン三角格子磁性体 UNi4B のフラストレート磁性  
低温物質科学研究センター 研究交流会  
京都大学 2006 年 3 月 1 日 (水)

## (2-4) その他口頭発表

### Cu-titmb

#### ○ 前川 覚

スピン 1/2 量子かごめ格子磁性体の NMR

大阪大学川村研究室セミナー講演 2005 年 7 月 6 日 (水)

#### ○ 前川 覚

スピン 1/2 量子かごめ格子磁性体のフラストレート磁性

ミニワークショップ「フラストレーションが創る新しい物性」

大阪大学 理学研究科 2005 年 9 月 18 日 (日)

# 研 究 成 果

## 目 次

### (I) 主 要 論 文

#### Fe8

(1) Proton Spin Lattice Relaxation Induced by Quantum Tunneling in Fe8 Molecular Magnet

Miki Ueda, Satoru Maegawa, and Susumu Kitagawa

Physical Review B, Vol. **66**, 073309-1-4, 2002.

(2) Probing magnetic quantum tunneling in Fe8 with muons

Z. Salman, A Keren, S. Maegawa, M. Ueda, O. Shafir, B. Barbara, and C. Baines  
Physica B, **326**, 480, 2003.

(3) Quantum tunneling of magnetization in molecular nanomagnet Fe8 studied by NMR

Satoru Maegawa, and Miki Ueda

Physica B **329**, 1144, 2003.

(4) A hysteresis phenomenon in NMR spectra of molecular nanomagnets Fe8: a resonant quantum tunneling system

Tomoaki Yamasaki, Miki Ueda, and Satoru Maegawa

Physica B, **329**, 1187, 2003.

(5) Demonstrating multibit magnetic memory in the Fe8 high-spin molecule by muon spin rotation

Oren Shafir, Amit Keren, Satoru Maegawa, Miki Ueda, Alex Amato, and Chris Baines  
Physical Review B **72**, No. 9, 092410, 2005.

#### Fe10

(6) Spin Dynamics in Molecular Antiferromagnetic Ring Fe10

Satoru MAEGAWA and Yoshinori SASAKI

Journal of the Physical Society of Japan, Vol. **75**, No. 3, 034710, 2006.

#### Cu-titmb

(7) Magnetization and NMR studies of  $S=1/2$  Antiferromagnet on the Kagome Lattice

S. Kawahara, M. Ueda, S. Maegawa, K. Fujita and R. Yamaguchi

Journal of Magnetism and Magnetic Materials, **272**, e999, 2004.

( 8 ) NMR Study of the  $s=1/2$  Quantum Kagome Lattice Antiferromagnet  
[Cu<sub>3</sub>(titmb)<sub>2</sub>(CH<sub>3</sub>CO<sub>2</sub>)<sub>6</sub>]·H<sub>2</sub>O

Satoru Maegawa, Kenji Yoshioka, Shin-ichi Kawahara, Akira Oyamada, Ken-ichi  
Fujita, and Ryohei Yamaguchi

Progress of Theoretical Physics, S159, 48, 2005.

## (II) 国際会議・学会・研究会 主要発表

### Fe8

( 9 ) Spin dynamics in molecular magnets with zero spin and large spin ground  
states Fe10 and Fe8

S. Maegawa, Y. Sasaki, M. Ueda, and T. Yamasaki

THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON MAGNETIC AND SUPERCONDUCTING MATERIALS MSM'03  
MONASTIR, Tunisia. 2003. 9. 1. 国際会議 招待講演

( 1 0 ) ナノスケール分子磁性体 Fe8 の超低温・横磁場下の磁気共鳴

山崎朋秋, 上田未紀, 前川覚

日本物理学会 2003 年秋季大会 岡山大学 2003 年 9 月 21 日 (日)

( 1 1 ) ナノスケール分子磁性体 Fe8 の超低温・横磁場下の NMR

山崎朋秋, 小山田明, 前川覚

日本物理学会 2004 年秋季大会 青森大学 2004 年 9 月 12 日 (日)

( 1 2 ) ナノスケール分子磁性体 Fe8 の NMR

山崎朋秋, 小山田明, 前川覚

日本物理学会 第 60 回年次大会 東京理科大 2005 年 3 月 24 日 (木)

### Fe10

( 1 3 ) Crossover from Classical to Quantum Spin Dynamics in the Molecular  
Antiferromagnetic Ring Fe10

S. Maegawa, and Y. Sasaki,

International Conference on Molecular-based Magnets (ICMM04)

Tsukuba 2004. 10. 5.

( 1 4 ) 反強磁性リング分子磁性体 Fe10、Fe12 のスピンドYNAMIX

前川 覚、嵯峨根多美、伊藤哲明、小山田明

低温物質科学研究センター研究交流会 京都大学 2006 年 3 月 1 日 (水)

( 1 5 ) ナノスケール反強磁性リング Fe12 のスピンドYNAMIX

嵯峨根多美<sup>1)</sup>、伊藤哲明<sup>1)</sup>、加納聖士<sup>1)</sup>、小山田明<sup>1)</sup>、前川覚<sup>1)</sup>、五十嵐智志<sup>2)</sup>、湯  
川靖彦<sup>2)</sup>

ナノ学会第4回大会 京都大学 2006年5月19日(土)

Mn6R6

(16) フェリリング分子磁性体 Mn<sub>6</sub>R<sub>6</sub> の核磁気緩和  
舟橋修一, 伊藤哲明, 小山田明, 前川覚, 藤田健一, 雨澤浩史, 山口良平  
日本物理学会 2006年第61回年次大会 松山大学 2006年3月27日(月)

(17) ナノスケール反強磁性リング Fe<sub>10</sub> とフェリリング Mn<sub>6</sub>R<sub>6</sub> 分子磁性体の磁性  
前川 覚, 伊藤哲明, 小山田明, 舟橋修一, 藤田健一, 雨澤浩史, 山口良平  
ナノ学会第4回大会 京都大学 2006年5月20日(土)

Cu-titmb

(18) NMR Study of the  $s=1/2$  Quantum Kagome Lattice Antiferromagnet  
[Cu<sub>3</sub>(titmb)<sub>2</sub>(CH<sub>3</sub>CO<sub>2</sub>)<sub>6</sub>] $\cdot$ H<sub>2</sub>O  
S. Maegawa, K. Yoshioka, T. Yamasaki, S. Kawahara, A. Oyamada, K. Fujita, and  
R. Yamaguchi  
International Symposium on Quantum Spin Systems (QSS04)  
Hayama 2004.12.2

(19) かごめ格子磁性体のフラストレート磁性とスピンドYNAMICS  
前川 覚  
日本物理学会 2006年第61回年次大会 松山大学  
2006年3月29日(水) シンポジウム 招待講演